

# Gas sensor element for internal combustion engine, has heat conducting layer having higher thermal conductivity than that of outer surface of sensor element in specific places

Publication number: DE10114186

Publication date: 2002-10-02

Inventor: EGNER THOMAS (DE); RENZ HANS-JOERG (DE);  
DIEHL LOTHAR (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: G01N27/409; G01N27/406; G01N27/409; G01N27/406;  
(IPC1-7): G01N27/406

- european: G01N27/406D

Application number: DE20011014186 20010323

Priority number(s): DE20011014186 20010323

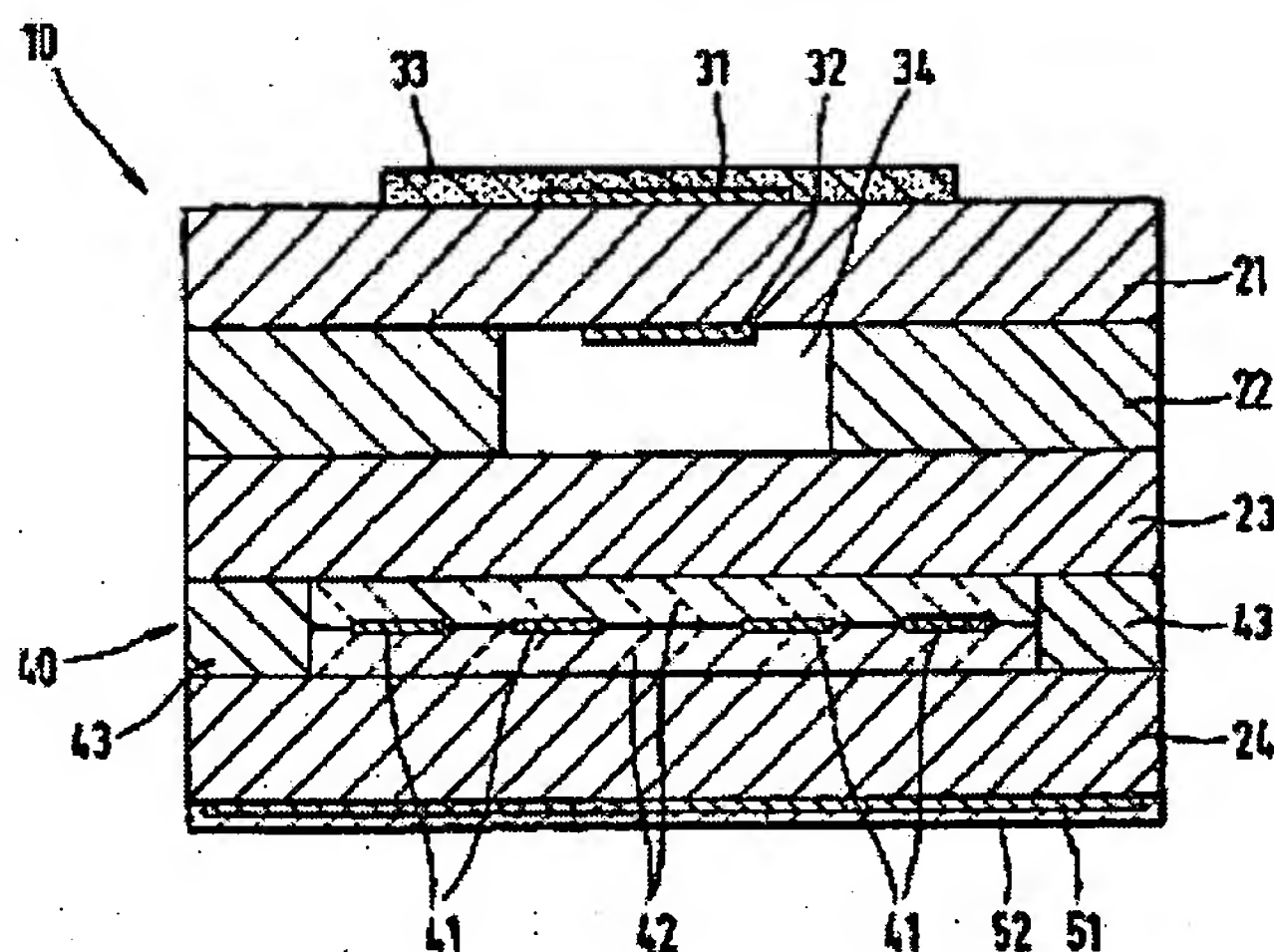
Also published as:

US2002167411 (A1)  
JP2002296222 (A)

[Report a data error here](#)

## Abstract of DE10114186

A heat conducting layer (51) is arranged on the outer surface of the sensor element (10). The heat conducting layer has higher thermal conductivity than the thermal conductivity of outer surface of sensor element in specific places.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 101 14 186 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 N 27/406**

②① Aktenzeichen: 101 14 186.6-52  
②② Anmeldetag: 23. 3. 2001  
④③ Offenlegungstag: 2. 10. 2002  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 10. 2003

**DE 101 14 186 C 2**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

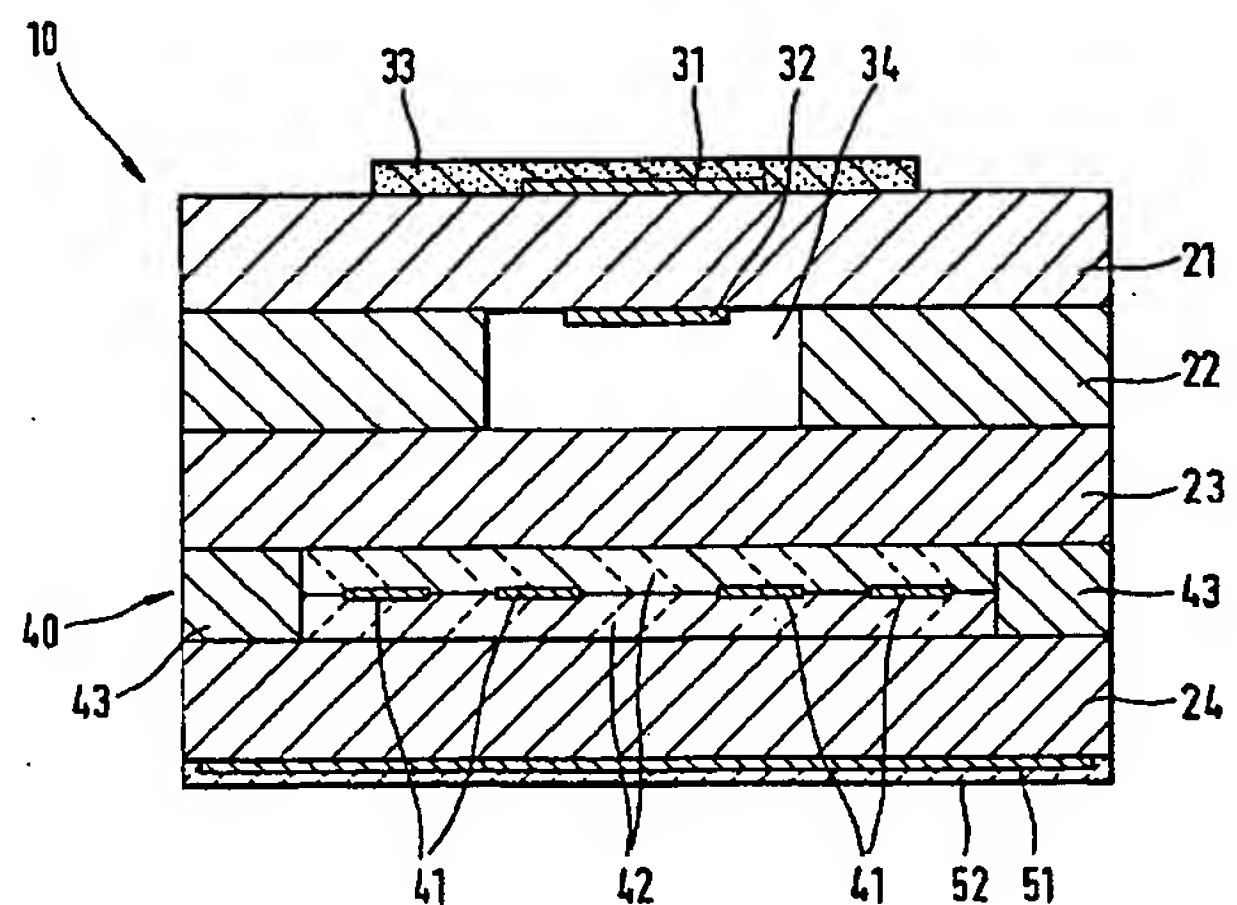
⑦② **Erfinder:**  
Egner, Thomas, Dr., 70806 Kornwestheim, DE;  
Renz, Hans-Joerg, 70771 Leinfelden-Echterdingen,  
DE; Diehl, Lothar, Dr., 70499 Stuttgart, DE

⑤⑤ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE 198 34 276 A1  
EP 02 81 378 A2

⑤④ **Sensorelement**

⑤⑦ **Sensorelement mit einer Heizvorrichtung, insbesondere zur Bestimmung mindestens einer Gaskomponente eines Abgases eines Verbrennungsmotors, wobei auf mindestens einer Außenfläche des Sensorelements (10) zumindest bereichsweise eine wärmeleitende Schicht (51) aufgebracht ist, die eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als ein Material der Außenfläche des Sensorelements (10), dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) zumindest bereichsweise an den Kanten der Außenfläche des Sensorelements (10) vorgesehen ist, oder daß der Abstand der wärmeleitenden Schicht (51) zur Kante der Außenfläche des Sensorelements (10) zumindest bereichsweise nicht größer als 0,5 mm ist.**



**DE 101 14 186 C 2**



## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Sensorelement nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

[0002] Ein derartiges Sensorelement ist dem Fachmann bekannt und wird beispielsweise in Gassensoren eingesetzt, die den Sauerstoffgehalt im Abgas von Verbrennungsmotoren bestimmen und der Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von Verbrennungsgemischen in diesen Verbrennungsmotoren dienen. Das Sensorelement ist durch eine Dichtpackung in einem Gehäuse des Gassensors festgelegt. Der Gassensor ist in einer Meßöffnung eines Abgasrohres angebracht. Das Sensorelement enthält mindestens eine elektrochemische Zelle, die eine erste und eine zweite Elektrode sowie einen zwischen erster und zweiter Elektrode angeordneten Festelektrolyten aufweist. Die elektrochemische Zelle wird mit einer Heizvorrichtung auf eine Temperatur von beispielsweise 500 bis 800 Grad Celsius geheizt.

[0003] Aus der DE 198 34 276 A1 ist eine Abgassonde mit einem Sensorelement bekannt, das in Planartechnik aufgebaut ist und eine Schichtstruktur aufweist. Das Sensorelement enthält in einem Meßbereich eine elektrochemische Zelle, die mit einer ebenfalls im Meßbereich angeordneten Heizvorrichtung beheizt wird. Die Elektrode der elektrochemischen Zelle sowie die Heizvorrichtung sind durch in einem Zuleitungsbereich des Sensorelements gelegene Zuleitungen mit Kontaktierflächen elektrisch verbunden, die auf dem dem Meßbereich abgewandten Ende des Sensorelements gelegen sind. Die Heizvorrichtung ist zwischen einer ersten und einer zweiten Festelektrolytfolie angeordnet und enthält im Meßbereich einen Heizer, der von den umgebenden Festelektrolytfolien durch eine Heizerisolation getrennt sein kann.

[0004] Im Meßbereich sowie im Übergangsbereich von Meßbereich und Zuleitungsbereich können an den Außenflächen des Sensorelements hohe Temperaturgradienten auftreten, die zu hohen Druck- beziehungsweise Zugspannungen und damit letztlich zu Rissen in der Keramik führen können.

[0005] In der EP 0 281 378 A2 wird ein Sensorelement mit einer elektrochemischen Zelle und einem Heizer offenbart. Das Sensorelement umfasst eine Schutzelektrode, die Leckströme des Heizers aufnimmt und so verhindert, dass die Leckströme zur elektrochemischen Zelle fließen können und somit das Messsignal verschlechtern. Die metallische Schutzelektrode ist auf einer dem Heizer benachbarten Außenfläche des Sensorelements aufgebracht.

## Vorteile der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Sensorelement mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß der Temperaturgradient auf den Außenflächen des Sensorelements durch eine wärmeleitende Schicht vermindert wird, so daß Risse aufgrund von temperaturbedingten Druck- und Zugspannungen verhindert werden. Diese Druck- und Zugspannungen können aus einer inhomogenen Temperaturverteilung des Sensorelements resultieren, die sich aus der Beheizung des Sensorelements durch die Heizvorrichtung und aus den im Betrieb außerhalb des Sensorelements vorliegenden Temperaturen ergibt. Die wärmeleitende Schicht bewirkt einen Temperatúrausgleich zwischen Bereichen mit unterschiedlichen Temperaturen, wodurch der Temperaturgradient und damit die mechanischen Spannungen vermindert werden.

[0007] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Gassensors möglich.

[0008] Wird bei einem in Planartechnik hergestellten Sensorelement die wärmeleitende Schicht auf einer zur Schichtebene der Heizvorrichtung parallelen Außenfläche angeordnet, ergibt sich der fertigungstechnische Vorteil, daß die wärmeleitende Schicht im Nutzen aufgetragen werden kann. Besonders vorteilhaft wird die näher zur Heizvorrichtung liegende Außenfläche mit einer wärmeleitenden Schicht versehen, da bei dieser Außenfläche die Temperaturgradienten und damit die mechanischen Spannungen am höchsten sind.

[0009] Weist das Sensorelement einen Meßbereich und einen Zuleitungsbereich auf und wird durch die Heizvorrichtung im wesentlichen der Meßbereich beheizt, so ist die wärmeleitende Schicht vorteilhaft auf einer Außenfläche des Sensorelements zumindest bereichsweise im Meßbereich und/oder im Übergangsbereich zwischen Meßbereich und Zuleitungsbereich vorzusehen, da in diesen Bereichen durch die Beheizung hohe mechanische Spannungen auftreten können.

[0010] Vorteilhaft ist die wärmeleitende Schicht insbesondere im Bereich der Kanten des Sensorelements vorzusehen, da in diesen Bereichen die Rißanfälligkeit aufgrund mechanischer Spannungen am größten ist. Vorteilhaft ist außerdem, wenn sich die wärmeleitende Schicht auf der Außenfläche oder den Außenflächen entlang der Richtungen der Temperaturgradienten zu den Kanten des Sensorelements erstreckt. So kann bei einem planaren Sensorelement die wärmeleitende Schicht beispielsweise beginnend von der Projektion der Mitte der Heizvorrichtung auf die Schichtebene einer Außenfläche des Sensorelements Bahnen aufweisen, die sich sternförmig bis zu den die Außenfläche abschließenden Kanten erstrecken. Hierdurch kann das Material der wärmeleitenden Schicht eingespart werden, ohne den Wärmeausgleich zwischen den kälteren Kanten der Außenfläche und der wärmeren Mitte der Außenfläche wesentlich einzuschränken. Weiterhin kann die wärmeleitende Schicht gitterförmig strukturiert sein. Durch diese Maßnahmen kann ebenfalls Material der wärmeleitenden Schicht eingespart werden.

[0011] Eine gute Wärmeleitfähigkeit der wärmeleitenden Schicht ist gewährleistet, wenn die wärmeleitende Schicht ein Metall, insbesondere Platin enthält, und eine Dicke im Bereich von 5 bis 50 µm aufweist. Zur Stabilisierung kann die wärmeleitende Schicht ein keramisches Material, beispielsweise  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , aufweisen.

[0012] Um zu verhindern, daß die wärmeleitende Schicht beispielsweise durch äußere Einflüsse abgetragen wird oder durch die hohen Temperaturen abdampft, wird die wärmeleitende Schicht vorteilhaft mit einer Schutzschicht überdeckt, die ein keramisches Material wie beispielsweise  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{ZrO}_2$  aufweist. Die Schutzschicht ist vorteilhaft geschlossen porös ausgebildet und weist eine Dicke von 10 bis 100 µm auf.

## Zeichnung

[0013] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Meßbereich eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Sensorelements und Fig. 2a bis 2g Aufsichten auf eine Großfläche verschiedener Ausführungsformen des Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Sensorelements.





## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0014] Die Fig. 1 und die Fig. 2a bis 2g zeigen als Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Sensorelement 10 einer sogenannten Lambda-Sonde mit einem Meßbereich 15 und einem Zuleitungsbereich 16. Das Sensorelement 10 ist als Schichtsystem aufgebaut und weist eine erste, zweite, dritte und vierte Festelektrolytschicht 21, 22, 23, 24 auf. Auf der ersten Festelektrolytschicht 21 ist auf einer Außenfläche des Sensorelements 10 in dem Meßbereich 15 eine erste Elektrode 31 aufgebracht, die von einer Elektrodenschutzschicht 33 überzogen ist. Die Elektrodenschutzschicht 33 ist porös ausgebildet, so daß die erste Elektrode 31 einem das Sensorelement 10 umgebenden Meßgas ausgesetzt ist. Auf der der ersten Elektrode 31 entgegengesetzten Seite der ersten Festelektrolytfolie 21 ist eine zweite Elektrode 32 aufgebracht. Die zweite Elektrode 32 ist in einem in die zweite Festelektrolytfolie 22 eingebrachten Referenzgasraum 34 angeordnet. Der Referenzgasraum 34 kann mit einem porösen Material gefüllt sein.

[0015] Zur Beheizung des Meßbereichs 15 des Sensorelements 10 ist zwischen der dritten und der vierten Festelektrolytschicht 23, 24 eine Heizvorrichtung 40 vorgesehen, die einen Heizer 41 aufweist, der von den umgebenen Festelektrolytschichten 23, 24 durch eine Heizerisolation 42 elektrisch isoliert ist. Der Heizer 41 und die Heizerisolation 42 werden seitlich von einem Dichtrahmen 43 umgeben, der beispielsweise aus einem ionenleitenden Material besteht. Es ist ebenso denkbar, daß der Heizer 41 nicht oder zumindest nicht vollständig von den umgebenden Festelektrolytschichten 23, 24 elektrisch isoliert ist, oder daß die Heizerisolation 42 bis an die Seitenflächen des Sensorelements 10 geführt ist, so daß der Dichtrahmen 43 eingespart werden kann.

[0016] Auf der zu den Schichtebenen des Sensorelements 10 parallelen Außenfläche der vierten Festelektrolytschicht 24 ist eine wärmeleitende Schicht 51 in dem Fachmann bekannter Weise, beispielsweise in Siebdrucktechnik, aufgebracht. Die wärmeleitende Schicht 51 ist von einer ebenfalls beispielsweise in Siebdrucktechnik aufgetragenen Schutzschicht 52 überzogen. Die wärmeleitende Schicht 51 besteht aus Platin und weist eine Dicke von 5 bis 50 µm, vorzugsweise 12 µm auf. Die Schutzschicht besteht aus einem keramischen Material wie beispielsweise  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  oder aus einer Mischung von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{ZrO}_2$  und weist eine Dicke von 10 bis 100 µm, vorzugsweise 30 µm auf.

[0017] In den Fig. 2a bis 2g sind Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels dargestellt. Gezeigt ist eine Aufsicht auf die vierte Festelektrolytschicht 24 sowie die wärmeleitende Schicht 51, wobei zur Verdeutlichung der Lage der wärmeleitenden Schicht 51 die Schutzschicht 52 nicht dargestellt wurde. Die Schutzschicht 52 ist so angeordnet, daß sie die wärmeleitende Schicht 51 vollständig überdeckt. Die Lage des Heizers 41, der nicht auf der Außenfläche des Sensorelements 10, sondern in der Schichtebene zwischen der dritten und der vierten Festelektrolytschicht 23, 24 angeordnet ist, ist in Fig. 2a gestrichelt dargestellt. Die Lage des Heizers 41 in den Fig. 2b bis 2g entspricht der Lage des Heizers 41 in Fig. 2a.

[0018] Bei der in Fig. 2a dargestellten Ausführungsform überdeckt die wärmeleitende Schicht 51 den Meßbereich 15 und den Übergangsbereich zwischen Meßbereich 15 und Zuleitungsbereich 16 des Sensorelements 10 vollständig. Bei der in Fig. 2b beziehungsweise 2c dargestellten Ausführungsform wird der Meßbereich 15 beziehungsweise der Übergangsbereich überdeckt.

[0019] Fig. 2d zeigt eine Ausführungsform, bei der die wärmeleitende Schicht 51 im Bereich der Kanten der Au-

ßenfläche der vierten Festelektrolytfolie 24 vorgesehen ist. Bei der in Fig. 2e dargestellten Ausführungsform weist die wärmeleitende Schicht 51 sternförmig angeordnete Bahnen auf, die von der Mitte des Meßbereichs 15 der Außenfläche des Sensorelements 10 zu den Kanten der Außenfläche verlaufen und so einen Temperatenausgleich zwischen der Mitte und den Kanten der Außenfläche im Meßbereich 15 ermöglichen. Die Ausführungsform in Fig. 2f stellt eine Kombination der Ausführungsformen aus Fig. 2d und 2e dar. In der in Fig. 2g gezeigten Ausführungsform weist die wärmeleitende Schicht 51 eine gitterartige Struktur auf.

[0020] Die wärmeleitende Schicht 51 kann bis zur Kante der Außenfläche des Sensorelements 10 ohne Ausbildung eines Abstandes zur Kante geführt sein. Es kann auch vorgesehen sein, daß die wärmeleitende Schicht 51 einen geringen Abstand zur Kante der Außenfläche aufweist, und daß die Schutzschicht 52 den Zwischenraum zwischen wärmeleitender Schicht 51 und Kante ausfüllt und damit die wärmeleitende Schicht 51 auch seitlich abdeckt. Der Abstand der wärmeleitenden Schicht zur Kante muß so gering bleiben, daß im Bereich der Kante keine wesentlichen Temperaturgradienten auftreten können. Dies ist sicher gewährleistet, wenn der Abstand der wärmeleitenden Schicht 51 nicht größer als 0,5 mm ist.

[0021] Es sei darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Anordnung der wärmeleitenden Schicht 51 auf einer Außenfläche des Sensorelements 10 nicht auf den in Fig. 1 dargestellten Sondentyp beschränkt ist, sondern allgemein für Sensorelemente verwendet werden kann, bei denen an den Außenflächen mechanische Spannungen aufgrund von Temperaturgradienten auftreten.

[0022] In einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind mehrere der Außenflächen des Sensorelements mit einer wärmeleitenden Schicht versehen.

## Patentansprüche

1. Sensorelement mit einer Heizvorrichtung, insbesondere zur Bestimmung mindestens einer Gaskomponente eines Abgases eines Verbrennungsmotors, wobei auf mindestens einer Außenfläche des Sensorelements (10) zumindest bereichsweise eine wärmeleitende Schicht (51) aufgebracht ist, die eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als ein Material der Außenfläche des Sensorelements (10), dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) zumindest bereichsweise an den Kanten der Außenfläche des Sensorelements (10) vorgesehen ist, oder daß der Abstand der wärmeleitenden Schicht (51) zur Kante der Außenfläche des Sensorelements (10) zumindest bereichsweise nicht größer als 0,5 mm ist.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) in den Bereichen der Außenfläche des Sensorelements (10) vorgesehen ist, die aufgrund der Beheizung des Sensorelements (10) durch die Heizvorrichtung (40) und aufgrund der im Betrieb außerhalb des Sensorelements (10) vorliegenden Temperaturverteilung einen hohen Temperaturgradienten aufweisen.
3. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement (10) eine Schichtstruktur aufweist, und daß die Heizvorrichtung (40) in einer Schichtebene des Sensorelements (10) angeordnet ist.
4. Sensorelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) auf einer zur Schichtebene der Heizvorrichtung (40) parallelen Außenfläche des Sensorelements (10) aufgebracht ist.



5. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) auf der der Heizvorrichtung (40) nächstliegenden Außenfläche des Sensorelements (10) angeordnet ist. 5
6. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement (10) einen Meßbereich (15) und einen Zuleitungsbereich (16) aufweist, daß der Meßbereich (15) in einem Übergangsbereich in den Zuleitungsbereich (16) übergeht, und daß die Heizvorrichtung (40) im Meßbereich (15) und/oder im Übergangsbereich des Sensorelements (10) vorgesehen ist. 10
7. Sensorelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) zumindest im Meßbereich (15) und/oder im Übergangsbereich des Sensorelements (10) angeordnet ist. 15
8. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) zumindest bereichsweise an den Kanten einer Außenfläche des Sensorelements (10) im Meßbereich (15) und/oder im Zuleitungsbereich (16) vorgesehen ist. 20
9. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) wenigstens näherungsweise die gesamte Großfläche des Sensorelements (10) zumindest im Meßbereich (15) und/oder im Übergangsbereich zwischen dem Meßbereich (15) und dem Zuleitungsbereich (16) überdeckt. 25
10. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) beginnend von der Projektion des mittleren Bereichs der Heizvorrichtung (40) auf die Schichtebene der wärmeleitenden Schicht (51) sich sternförmig bis zum Rand des Sensorelements (10) erstreckende Bahnen aufweist. 30
11. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) als Gitter ausgeführt ist. 40
12. Sensorelement nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement (10) im Meßbereich (15) mindestens eine elektrochemische Zelle enthält, die eine erste und eine zweite Elektrode (31, 32) sowie eine zwischen erster und zweiter Elektrode (31, 32) angeordnete Festelektrolytschicht (21) aufweist. 45
13. Sensorelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (51) in Kontakt zu einem Meßgas steht, und daß die zweite Elektrode (52) in Kontakt zu einem in einem in das Sensorelement (10) eingebrachten Referenzgasraum (34) befindlichen Referenzgas steht. 50
14. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung (40) einen Heizer (41) aufweist, der in eine Heizerisolation (42) eingebettet ist. 55
15. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) als wesentlichen Bestandteil mindestens ein Metall aufweist. 60
16. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) Platin aufweist.
17. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) eine Dicke von 5 bis 50 µm, vorzugsweise 12 µm, aufweist. 65

18. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aufweist.
19. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) mit einer Schutzschicht (52) überdeckt ist.
20. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (52)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{Zr}_2\text{O}$  aufweist.
21. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (52) eine geschlossene Porosität aufweist.
22. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (52) eine dichtgesinterte Schicht mit einer Dicke von 10 bis 100 µm, vorzugsweise 30 µm, ist.
23. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) bis zur Kante der Außenfläche des Sensorelements (10) reicht oder einen Abstand von höchstens 0,5 mm zur Kante aufweist.
24. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitende Schicht (51) eine höhere Temperaturleitfähigkeit aufweist als das Material der Außenfläche des Sensorelements (10).
25. Sensorelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeleitfähigkeit der wärmeleitenden Schicht (51) mindestens doppelt so groß ist wie die Wärmeleitfähigkeit eines Materials der Außenfläche des Sensorelements (10).

---

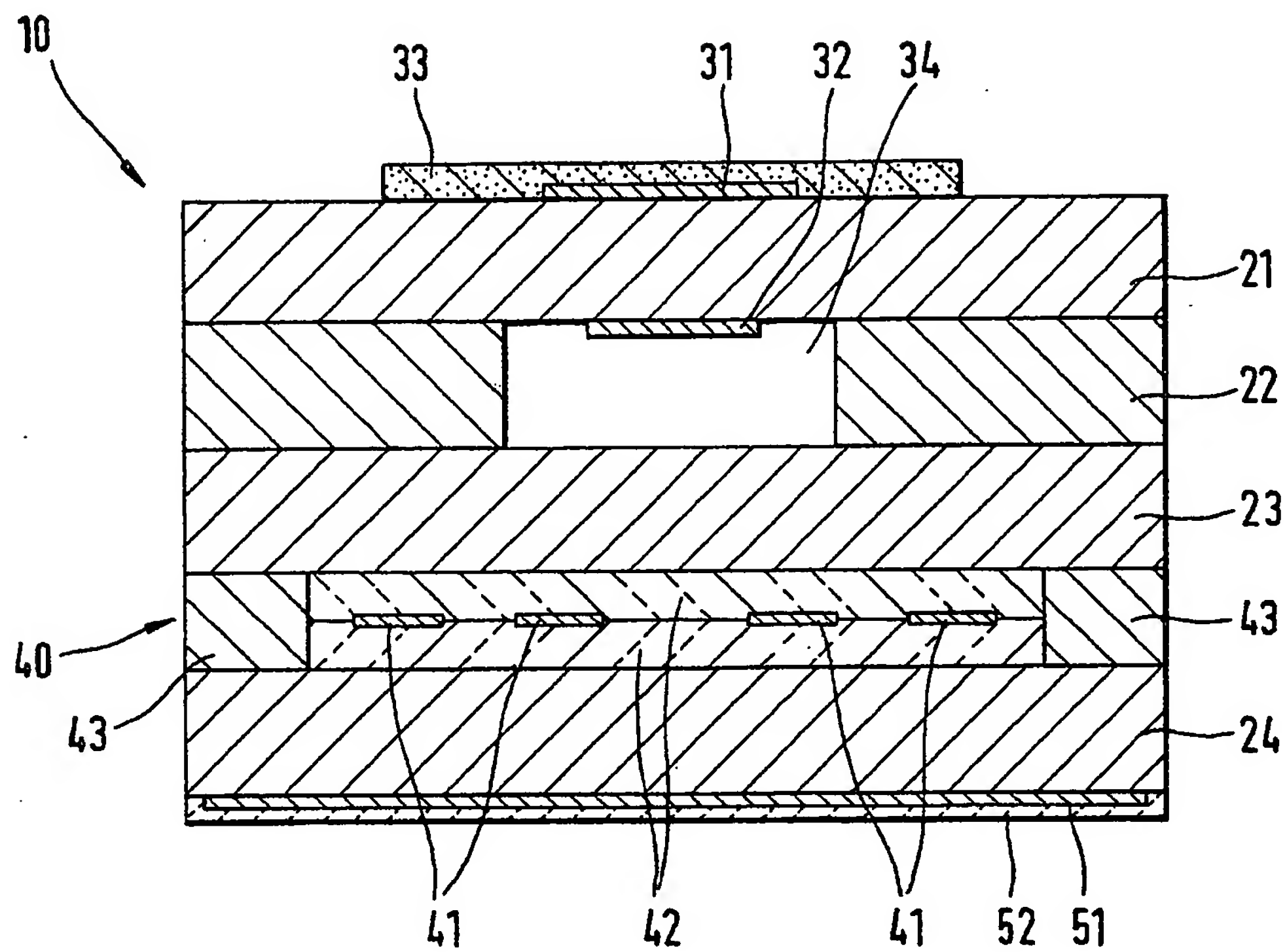
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

Fig.1



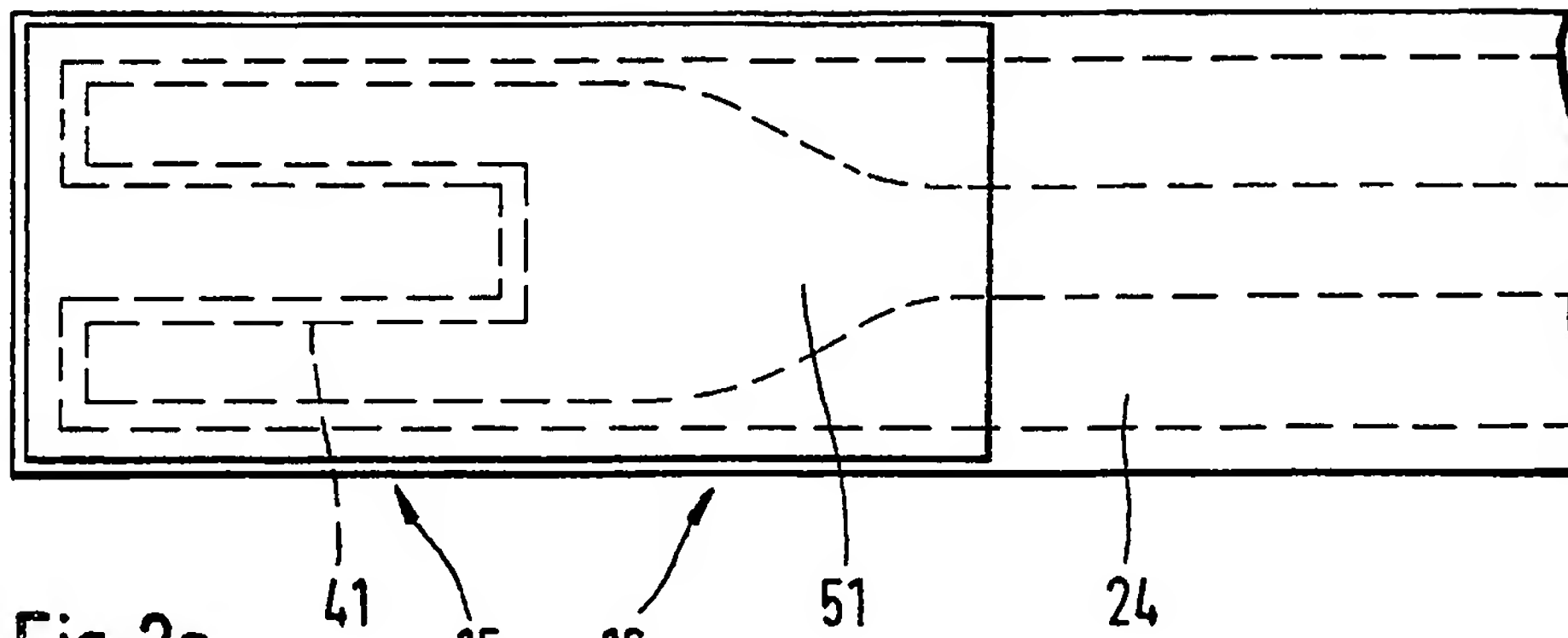


Fig. 2a

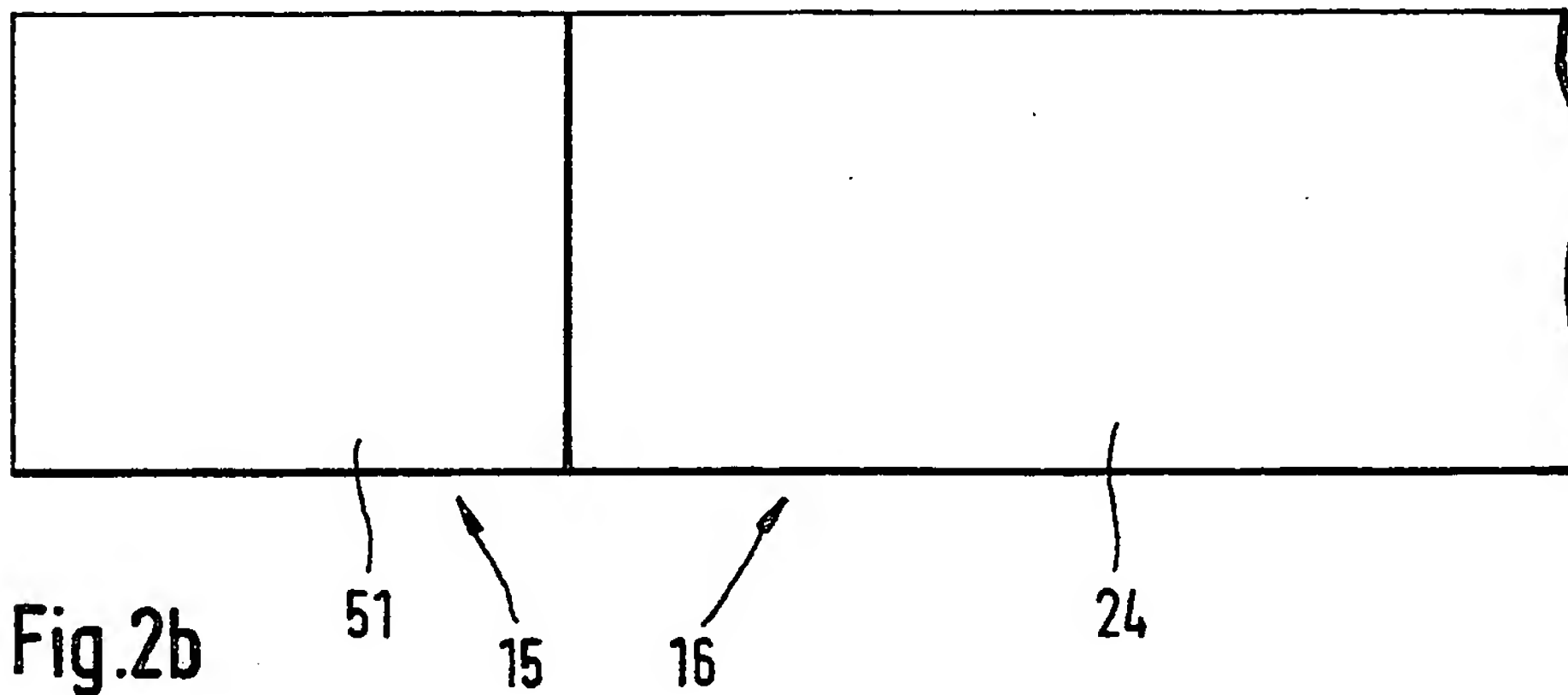


Fig. 2b

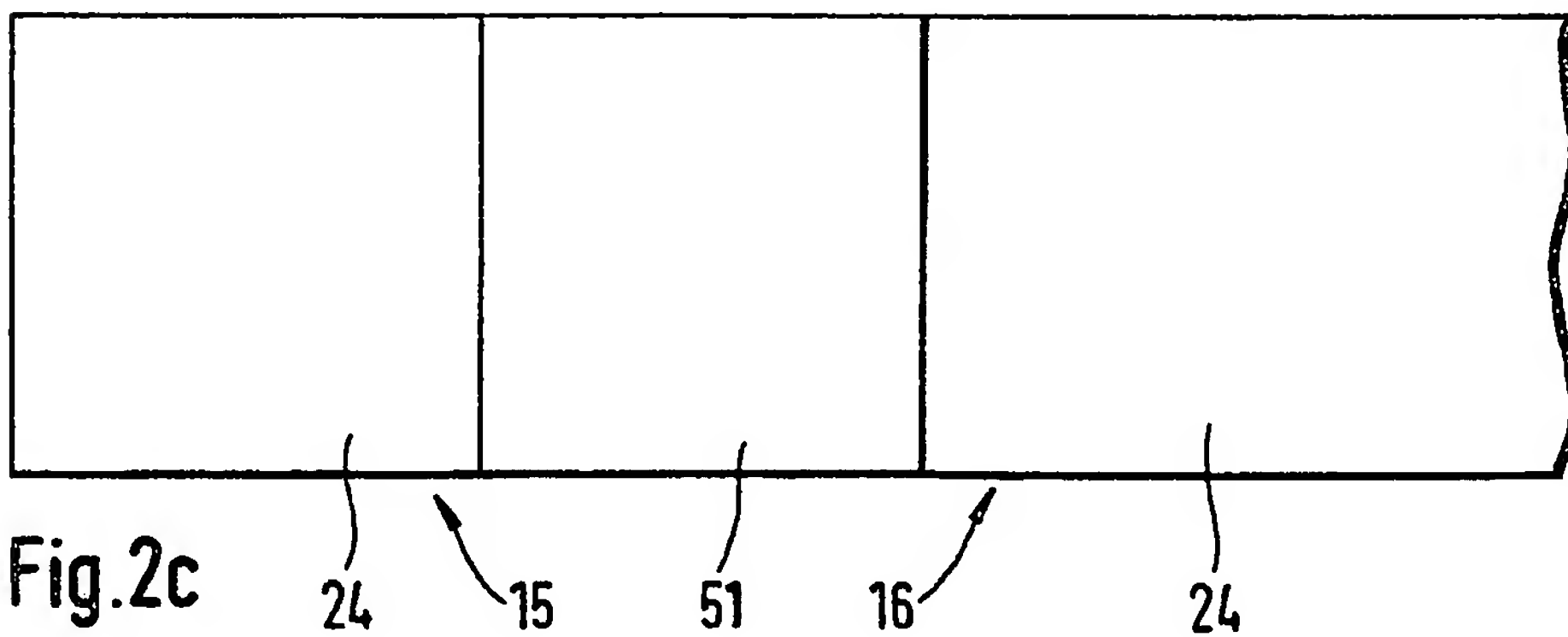


Fig. 2c



